

PEMANFAATAN SERBUK TONGKOL JAGUNG SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN FRIKSI KAMPAS REM *NON-ASBESTOS* SEPEDA MOTOR

Fuad Dwi Fitrianto, Yuyun Estriyanto, dan Budi Harjanto

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS

Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419

E-mail: fuaddwi43@yahoo.com

The purpose of this research are to know the effect of variations material composition of corncobs powder, brass powder, MgO and polyester resin for hardness value and wear value. Beside that to know the variation of brake lining material composition which the most optimal and approximate standart of value Indopart brake lining. This research is an experimental research and analysis data which used descriptive analysis techniques. The research and testing which have been done consist of several steps, including the manufacture of specimens (mixing of materials, compaction process, sintering process), taking macro photo, Brinell of hardness testing and Ogoshi of wear testing. The result of research indicate that if composition percentage of corncobs powder more than brass powder percentage it cause hardness value smaller and wear value greater. This is because the nature of corncobs powder is softer than brass powder. The most optimal composition that approaches the standard of Indopart brake lining is with 18.5 kg/mm² of hardness value and 0.87×10^{-8} mm²/kg of wear value is at 30% composition of corncobs powder, 30% of brass powder, 20% of MgO and 20% of resin. In that composition produce 17.1 kg/mm² of hardness value and 0.80×10^{-8} mm²/kg of wear value. The results of research indicate that variations in the composition of constituent material have an influence on hardness value and wear value. Brake lining material composition which approximate standart of hardness value and wear value can applying in the motorcycle's.

Keywords: *composite, corncobs powder, non-asbestos brake lining, hardness, wear resistance*

PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi dalam bidang otomotif sangat pesat khususnya dalam hal aerodinamika dan performa mesin dengan meningkatkan tenaga yang dihasilkan. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pengereman yang efektif dan juga sebagai *safety* dalam berkendara. Sistem pengereman yang baik harus dapat menunjang daya dan kecepatan pada kendaraan tersebut dimana bagian terpenting dari sistem pengereman adalah kampas rem, yaitu media yang bekerja untuk memperlambat atau mengurangi laju kendaraan.

Kualitas kampas rem dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan,

jenis bahan dan kekerasan. Bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem.

Penggunaan bahan baku bukan asbes yang bersifat lebih ramah lingkungan, memiliki daya cengkram kuat pada suhu pengereman di atas 300° C dan faktor keamanan yang lebih baik. Kampas rem yang mengandung *asbestos* memiliki kelemahan dalam kondisi basah, karena *asbestos* hanya terdiri dari 1 jenis *fiber*, ketika kondisi basah bahan tersebut akan mengalami efek licin seperti menggesekkan jari di atas kaca basah (licin/tidak pakem).

secara umum bahan friksi kampas rem memiliki tiga penyusun bahan yaitu

bahan pengikat, bahan serat dan bahan pengisi. Bahan pengikat terdiri dari berbagai resin diantaranya *phenolic*, *epoxi*, *polyester*, *silicone* dan *rubber*. Resin tersebut berfungsi untuk pengikat berbagai zat penyusun didalam friksi. Bahan pengikat dapat membentuk sebuah matriks pada suhu yang relatif stabil. Serat berfungsi untuk meningkatkan koefisien gesek dan meningkatkan kekuatan mekanik bahan. Serat terdiri dari serat buatan dan alami. Serat buatan misalnya nilon, Cu-Zn, Al, karbon, *rock wool* dan serat gelas. Serat alami yang sering dipakai sebagai penguat yaitu serat yang terdapat di alam yang sifatnya alami misalnya bambu, rami, serabut kelapa, tongkol jagung dan masih banyak yang lainnya. Serat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan kampas rem *non-asbestos*.

Untuk memodifikasi tingkat friksi dan membersihkan permukaan rotor ditambahkan bahan abrasif misalnya Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , Fe_3O_4 , Cr_2O_3 , SiC , ZrSiO_4 dan Al_2SiO_5 . Abrasif ini juga digunakan untuk mengontrol kecepatan *wear* dan menstabilkan koefisien gesek, sedangkan bahan pengisi digunakan untuk meningkatkan proses produksi dan bertindak sebagai minyak pelumas. Bahan pengisi ini terdiri dari dua jenis yaitu bahan pengisi organik dan anorganik. Bahan pengisi organik misalnya CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid/Oil*), *dust* dan *rubber crumb* (remah karet). Bahan pengisi anorganik misalnya *vermiculite*, BaSO_4 , CaCO_3 , Ca(OH)_2 dan MgO .

Bahan friksi pada komponen kampas rem sepeda motor merupakan bahan habis setelah dipakai. Maka dari itu dalam pembuatan kampas rem, bahan yang digunakan harus selalu tersedia secara terus menerus dan tidak akan punah. Kita tahu negara Indonesia merupakan negara agraris dengan banyak berbagai tanaman, salah satunya jagung. Pemanfaatan tongkol jagung

masih sangat terbatas. Kebanyakan limbah tongkol jagung hanya digunakan untuk bahan tambahan makanan ternak, atau hanya digunakan sebagai bahan bakar setelah melalui proses pengeringan.

LANDASAN TEORI

Bahan komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisika dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit).

Bagian-bagian utama komposit, di antaranya:

1. Serat

Serat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit, beban yang awalnya diterima oleh matriks kemudian diteruskan ke serat oleh karena itu serat harus mempunyai kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks. Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis.

2. Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai beberapa fungsi yaitu mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren, permukaan matriks/serat, melindungi serat, memisahkan serat, melepas ikatan dan tetap stabil setelah proses manufaktur.

Kampas rem merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam setiap kendaraan. Kampas rem merupakan media yang berfungsi untuk memperlambat maupun menghentikan laju kendaraan. Terutama pada saat kendaraan berkecepatan tinggi fungsi kampas rem memiliki beban mencapai 90% dari komponen lainnya, bahkan keselamatan jiwa manusia

tergantung pada kualitas dari komponen tersebut.

Kampas rem dari bahan *asbestos* hanya memiliki 1 jenis fiber yaitu asbes yang merupakan komponen yang menimbulkan *karsinogenik*. Hal ini bertujuan agar membuat kampas menjadi awet, tetapi ada kerugian yang ditimbulkan antara lain kelemahan dalam kondisi basah. Karena *asbestos* hanya terdiri dari 1 jenis *fiber*, ketika kondisi basah bahan tersebut akan mengalami efek licin seperti menggesekkan jari di atas kaca basah (licin/tidak pakem), juga dapat membuat piringan menjadi cepat habis, rem kurang pakem, *asbestos* hanya bisa bertahan sampai dengan suhu 200°C hal ini berarti bahwa rem *asbestos* akan blong (*fading*) pada temperatur 250°C dan harganya juga lebih murah. Kampas rem *asbestos* juga tidak ramah lingkungan dan dapat menyebabkan penyakit kanker.

Kampas rem yang terbuat dari bahan *non asbestos* biasanya terdiri dari 4 s/d 5 macam fiber di antaranya *kevlar*, *steel fiber*, *rock wool*, *cellulose* dan *carbon fiber* yang memiliki serat panjang. Hal ini bertujuan agar efek licin tersebut dapat teratasi. Rem *non-asbestos* mempunyai keuntungan bertahan sampai suhu 360°C sehingga cenderung stabil (tidak blong). Kampas rem *non-asbestos* yang terbuat dari material berkualitas seperti *Kevlar/aramyd*. *Kevlar* ini bahan yang digunakan untuk baju anti peluru di mana *Kevlar* mampu menghambat laju putaran peluru sampai berhenti, jadi pada dasarnya *Kevlar* itu menghentikan putaran peluru bukan memantulkan peluru seperti baja. Inilah yang kadang kadang orang berpendapat *non-asbestos* keras padahal tidak, terbukti putaran peluru bisa dihentikan apalagi putaran rotor atau drum kendaraan bermotor, dapat dibayangkan kalau baju peluru terbuat dari *asbestos*. Karena sifat tersebut maka

non-asbestos lebih mahal dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini, menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya pengawasan produk.

Material penelitian merupakan bahan atau objek yang diteliti untuk diambil datanya.

1. Serbuk Tongkol Jagung

Serbuk tongkol jagung ini digunakan sebagai serat pada komposisi bahan kampas rem.

2. Serbuk Kuningan (Cu-Zn)

Serbuk kuningan (Cu-Zn) ini berfungsi sebagai serat dan juga sebagai bahan pengisi pada kampas rem.

3. Magnesium Oksida (MgO)

Magnesium Oksida (MgO) ini juga berfungsi sebagai bahan pengisi dan sebagai bahan abrasif pada kampas rem.

4. Resin Polyester

Resin ini berfungsi sebagai zat pengikat bahan-bahan yang lain.

Instrumen maupun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Penyaring dengan Tipe MBT Sieve Shaker AG-515

Alat ini digunakan untuk menyaring atau mengayak serbuk tongkol jagung dan serbuk kuningan (Cu-Zn) agar didapat ukuran serbuk (butiran) yang sama. Ayakan yang digunakan berukuran *mesh* 60 dengan bukaan 250µm.

2. Oven Elektrik

Alat ini digunakan untuk memanaskan (proses *sintering*) spesimen setelah dilakukan proses kompaksi.

3. Timbangan Digital

Alat ini digunakan untuk menimbang berat dari masing-masing bahan yang akan digunakan untuk pembuatan kampas rem kampas rem

sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan.

4. Mesin Press

Alat ini digunakan untuk menekan (mengompaksi) bahan yang berada di dalam cetakan (*dies*) agar spesimen yang dicetak kepadatannya merata.



Gambar 1. Mesin Press

5. Alat Uji Keausan

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai keausan spesimen kampas rem. Alat uji keausan yang digunakan yaitu *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)*.



Gambar 2. Alat Uji Keausan

6. Alat Uji Kekerasan

Alat uji ini berfungsi untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen kampas rem. Alat uji kekerasan yang digunakan menggunakan metode *Brinell*.



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan *Brinell*

7. Alat Foto Makro (*Zoom Stereo Microscope*)

Mikroskop ini digunakan untuk pengambilan foto makro spesimen kampas rem.



Gambar 4. *Zoom Stereo Microscope*

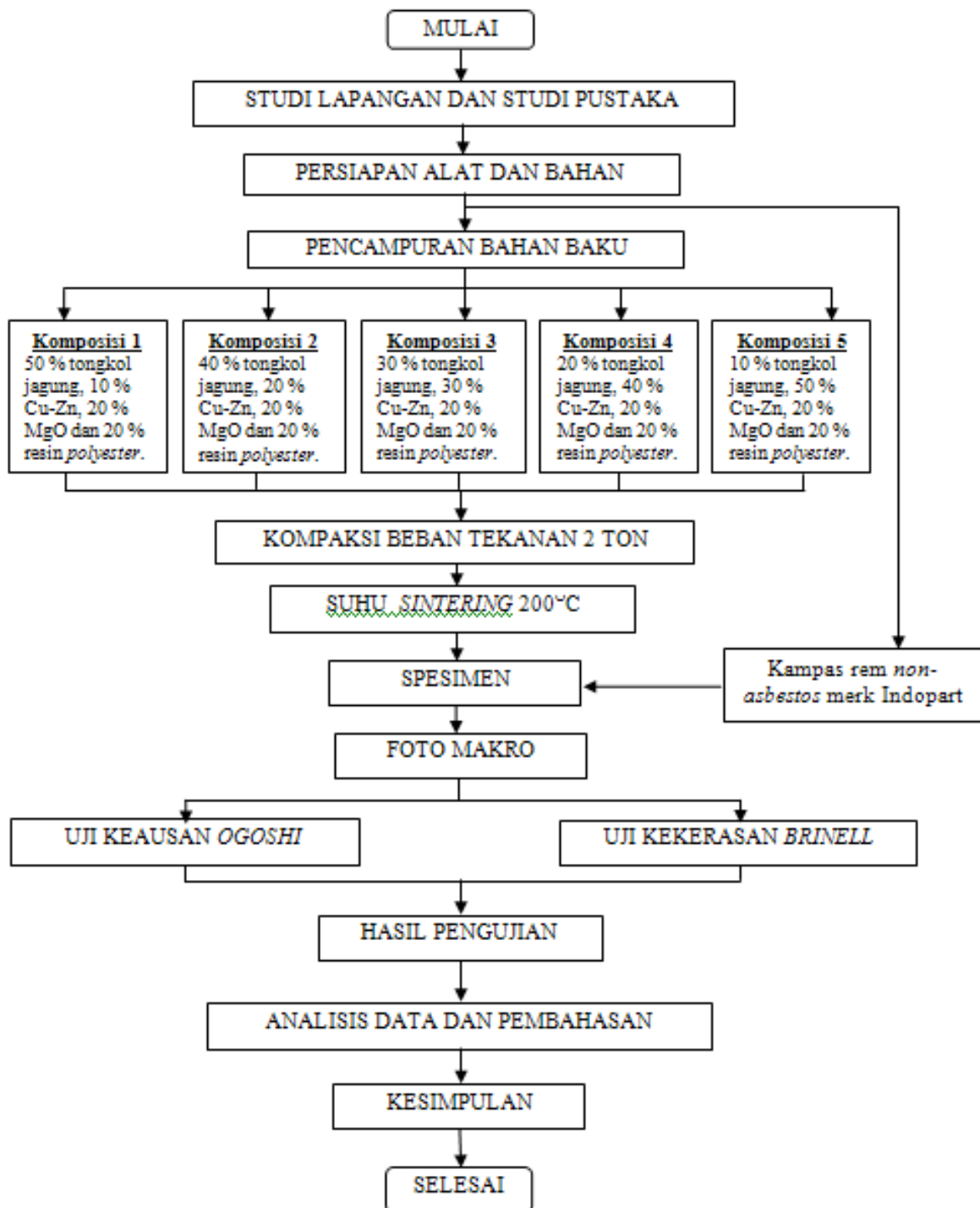
8. Pengaduk (*Mixer*)

Alat ini digunakan untuk mencampur atau mengaduk campuran bahan agar tercampur dengan baik dan merata sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.

9. Perangkat Cetakan (*Dies*)

Alat ini digunakan untuk mencetak bentuk spesimen yang diinginkan.

Tahap eksperimen dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan diagram alir eksperimen sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Membuat cetakan spesimen.
3. Membuat serbuk tongkol jagung dan kuningan.
4. Menyaring serbuk dengan ayakan berukuran *mesh* 60 bukaan 250 μm .
5. Menimbang dan mengukur fraksi berat masing-masing bahan sesuai dengan variasi komposisi.
6. Mencampur bahan dengan pengaduk (*Mixer*).
7. Memasukkan bahan ke dalam cetakan.
8. Mengompaksi bahan dalam cetakan.
9. Menyintering bahan dalam cetakan.
10. Mengeluarkan spesimen dari cetakan.
11. Pengambilan foto makro spesimen.
12. Melakukan pengujian kekerasan *Brinell*.
13. Melakukan pengujian keausan *Ogoshi*.
14. Menganalisis dan membahas data penelitian, serta membuat kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan foto spesimen kampas rem menggunakan *zoom stereo microscope* tipe “OLYMPUS U-PMTVC” buatan Jepang. Pengambilan foto makro dimaksudkan untuk mengetahui karakterisasi permukaan kampas rem yaitu kehomogenan dari bahan-bahan yang digunakan.



Gambar 7. Foto Makro Spesimen 1

Spesimen 1 dengan komposisi 10% serbuk tongkol jagung, 50% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin

menunjukkan campuran bahan penyusun kampas rem yang sudah rata dan saling mengikat. Meskipun besarnya persentase antara serbuk kuningan dan serbuk tongkol jagung berbeda tetapi kedua bahan tersebut terlihat saling mengisi dan tersebar rata pada semua bagian spesimen.



Gambar 8. Foto Makro Spesimen 2

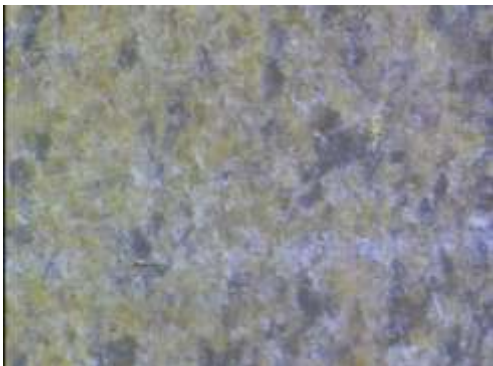
Spesimen 2 dengan komposisi 20% serbuk tongkol jagung, 40% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin menunjukkan campuran bahan penyusun yang cukup rata. Pada spesimen ini juga masih terlihat banyak serbuk kuningannya.



Gambar 9. Foto Makro Spesimen 3

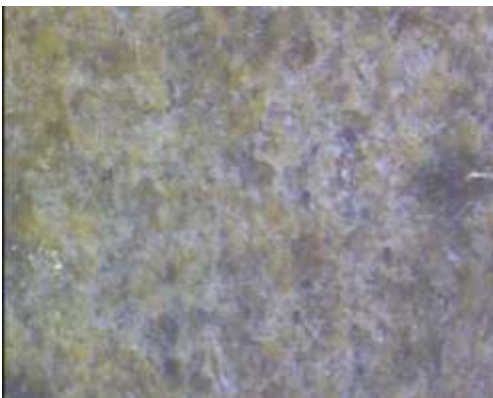
Spesimen 3 dengan komposisi 30% serbuk tongkol jagung, 30% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin terlihat serbuk kuningan semakin sedikit, meskipun besarnya persentase antara serbuk kuningan dan serbuk tongkol jagung sama yaitu 30% tetapi jumlah di antara keduanya berbeda. Di sebagian titik juga tidak terlihat adanya

serbuk kuningan dan menyebabkan campuran ini kurang merata.



Gambar 10. Foto Makro Spesimen 4

Spesimen 4 dengan komposisi 40% serbuk tongkol jagung, 20% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin menunjukkan serbuk kuningan semakin sedikit dan serbuk tongkol jagung semakin banyak dibandingkan dengan spesimen 3. Pada spesimen ini campuran juga kurang merata terlihat disebagian titik tidak adanya serbuk kuningan. Serbuk tongkol jagung terlihat terdapat pada semua bagian kampas rem.



Gambar 11. Foto Makro Spesimen 5

Spesimen 5 dengan komposisi 50% serbuk tongkol jagung, 10% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin terlihat banyaknya serbuk tongkol jagung pada semua bagian spesimen. Serbuk kuningan juga hanya terlihat sedikit di sebagian titik dan campuran bahan tersebut terlihat tidak

merata. Pada spesimen ini serbuk tongkol jagung yang paling mendominasi campuran.

Selain spesimen kampas rem berbahan serat alam berupa tongkol jagung, dilakukan juga pengambilan foto makro pada kampas rem pembanding yang beredar di pasaran saat ini yaitu kampas rem merk Indoparts.

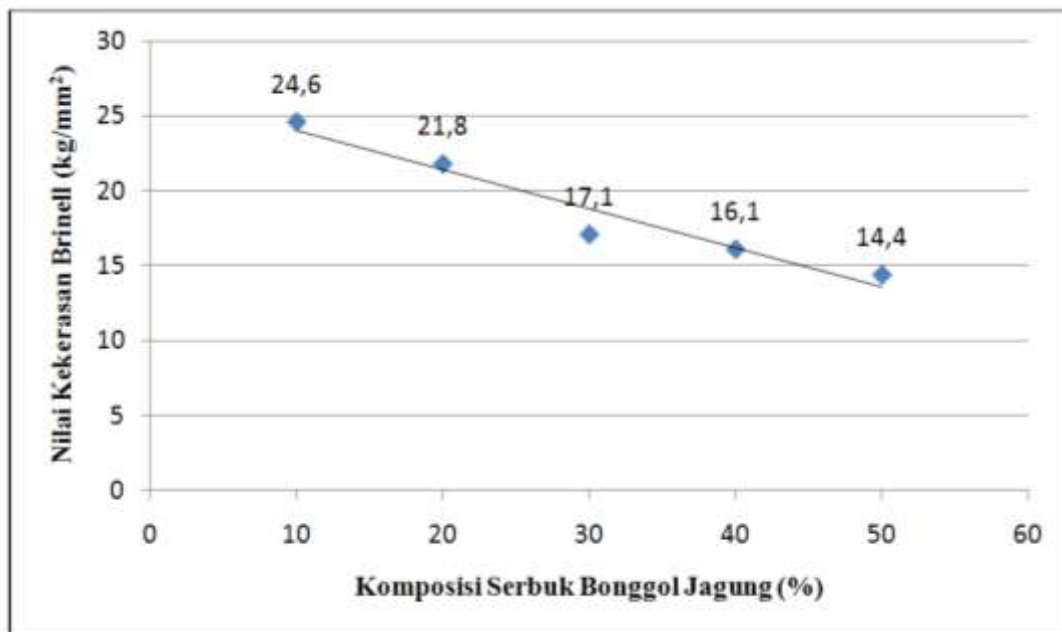


Gambar 12. Foto Makro Kampas Rem Merk Indoparts

Hasil foto makro kampas rem merk Indoparts menunjukkan bahwa campuran bahan penyusunnya cukup merata dan saling mengikat. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji komposisi bahan kampas rem merk Indoparts. Kampas rem merk Indoparts hanya digunakan sebagai pembanding nilai kekerasan dan keausannya saja, sehingga hanya dilakukan uji kekerasan dan uji keausan.

Pengujian kekerasan menggunakan alat *Brinell Hardness Tester*. Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan beban 62,5 kgf, *load duration* 15 s, *loading time* 8 s dan indentor 5 mm. Pengujian kekerasan *Brinell* dilakukan tiga kali pada setiap sampel kemudian di rata-rata.

Pengujian kekerasan *Brinell* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan pada setiap spesimen. Hasil tersebut dibandingkan dengan kampas rem pembanding yaitu kampas rem merk Indoparts.



Gambar 13. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Kampas Rem terhadap Kekerasan

Berdasarkan grafik pada gambar 13 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan (persentase) serbuk tongkol jagung dan berkurangnya persentase serbuk kuningan, maka semakin kecil nilai kekerasannya.

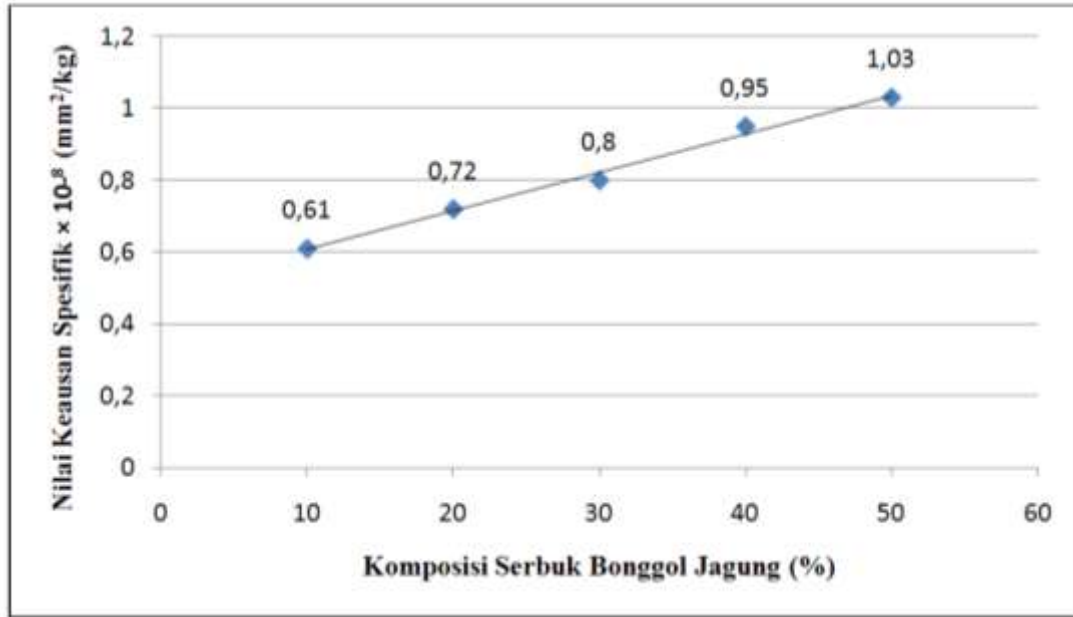
Nilai kekerasan terbesar pada spesimen 1 (komposisi 10% serbuk tongkol jagung) yaitu 24,6 kg/mm² dan yang paling kecil terdapat pada spesimen 5 (komposisi 50% serbuk tongkol jagung) yaitu 14,4 kg/mm².

Nilai kekerasan *Brinell* (HB) kampas rem merk Indoparts adalah 18,5 kg/mm². Spesimen yang optimal yang mendekati nilai kekerasan kampas rem pembanding (Indoparts) yaitu spesimen 3 (komposisi 30% serbuk tongkol jagung, 30

% serbuk kuningan, 20% MgO dan 20% resin *polyester*) dengan nilai kekerasan 17,1 kg/mm².

Pengujian keausan menggunakan alat *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)*. Pada penelitian ini pengujian keausan *Ogoshi* menggunakan beban 12,72 kg, panjang lintasan 400 m, dan waktu pengausan 30 detik. Pengujian keausan *Ogoshi* dilakukan satu kali pada setiap spesimen kemudian dirata-rata.

Pengujian keausan *Ogoshi* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai keausan pada setiap spesimen. Hasil tersebut dibandingkan dengan kampas rem pembanding yaitu kampas rem merk Indoparts.



Gambar 14. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Kampas Rem terhadap Keausan

Berdasarkan grafik pada gambar 14 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan (persentase) serbuk tongkol jagung dan berkurangnya persentase serbuk kuning, maka semakin besar nilai keausannya.

Nilai keausan terkecil pada spesimen 1 (komposisi 10% serbuk tongkol jagung) yaitu $0,61 \times 10^{-8}$ mm²/kg dan yang paling besar terdapat pada spesimen 5 (komposisi 50% serbuk tongkol jagung) yaitu $1,03 \times 10^{-8}$ mm²/kg.

Nilai keausan spesifik (Ws) kampas rem merk Indoparts adalah $0,87 \times 10^{-8}$ mm²/kg. Spesimen yang optimal yang mendekati nilai keausan kampas rem pembanding (Indoparts) yaitu spesimen 3 (komposisi 30% serbuk tongkol jagung, 30% serbuk kuning, 20% MgO dan 20% resin *polyester*) dengan nilai keausan $0,80 \times 10^{-8}$ mm²/kg.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi bahan penyusun mempunyai pengaruh terhadap nilai kekerasan dan nilai keausannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar persentase komposisi serbuk tongkol jagung dan semakin kecil persentase serbuk kuning maka semakin kecil nilai kekerasannya dan semakin besar nilai keausannya. Variasi komposisi bahan penyusun berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan nilai keausan.

Komposisi yang paling optimal yang mendekati tingkat kekerasan dan keausan kampas rem *non-asbestos* merk Indopart dengan nilai kekerasan *Brinell* (HB) 18,5 kg/mm² dan nilai keausanya $0,87 \times 10^{-8}$ mm²/kg yaitu pada komposisi 30% serbuk tongkol jagung, 30% serbuk kuning dan 20% MgO dan resin. Pada komposisi tersebut nilai kekerasannya sebesar 17,1 kg/mm² dan nilai keausannya sebesar $0,80 \times 10^{-8}$ mm²/kg.

2. Saran

Dalam pemilihan bahan agar lebih mengutamakan bahan yang mempunyai sifat

yang baik dan cocok untuk proses pembuatan kampas dan tidak menimbulkan permasalahan baik untuk lingkungan alam, biaya pembuatan dalam pembuatan kampas itu sendiri

Penelitian ini hanya sebatas pengujian kekerasan dan keausan. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian yang lain seperti pengujian koefisien gesek, uji ketahanan panas dan pengujian performa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam penelitian ini, terutama kepada yang terhormat bapak Yuyun Estriyanto, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan bapak Budi Harjanto, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Sarwanto Y. (2010). *Pengaruh Penekanan terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Bahan Kampas Rem Sepeda Motor dengan Serat Alam Serbuk Bonggol (Janggal) Jagung*. Surakarta: UMS.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi 2012*. Surakarta: UNS Press.
- Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics*. Singapore: Mc. Graw Hill.
- Haroen, Wawan Kartiwa & Waskito, Arief Tri. (2009). “*Peningkatan Standar Kanvas Rem Kendaraan Berbahan Baku Asbestos dan Non Asbestos (Selulose) untuk Keamanan*” diperoleh pada tanggal 4 Februari 2012 dari <http://www.bsn.or.id/files/@LIItbang/PIS%202008/PPIS%20Bandung/8%20>

%20PENINGKATAN%20STANDAR
%20KANVAS%20REM%20%20KE
NDARAAN%20BERBAHAN%20BA
KU%20ASBESTOS%20DAN%20NO
N%20ASBESTOS.pdf

- Kiswiranti D. (2007). *Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non-Asbes pada Kampas Rem Sepeda Motor*. Semarang: UNNES.
- O. A, Koya & Fono, T. R. (2009). *Palm Kernel Shell in the Manufacture of Automotive Brake Pad*. Department of Mechanical Engineering, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife 22005, Nigeria.
- Olokode, O. S., et al. (2012). *Experimental Study on the Morphology of Keratin Based Material for Asbestos Free Brake Pad*. Journal of Basic & Applied Sciences. 2012, 8, 302-308.
- Perwira, Dwi Hasta Y. (2011). *Pengaruh Penggunaan Resin Polyester dan Resin Phenolic terhadap Komposisi Serat Bambu, Serbuk Tembaga, Fiber Glass pada Pembuatan Bahan Kampas Rem*. Surakarta: UMS.
- Pratama. (2011). *Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat Fly Ash Batubara*. Makasar: UNHAS. Diperoleh pada tanggal 4 Februari 2012 dari <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/383/ANALISA%20SIFAT%20MEKANIK%20%20KOMPOSIT%20BAHAN%20KAMPAS%20REM%20DENGAN%20PENGUAT%20FLY%20ASH%20BATUBARA.pdf?sequence=1>

Rianto, Yanu. (2011). *Pengaruh Komposisi Campuran Filler terhadap Kekuatan Bending Komposit Ampas Tebu - Serbuk Kayu dalam Matrik Polyester*. Surakarta: UNS.

Santoso, H. (2011). *Proses Pembuatan Kuningan dari Logam*. Di peroleh 27 maret 2012 dari <http://teknologi.kompasiana.com/terapan/2011/11/18/proses-pembuatan-kuningan-dari-logam/>

Setiyanto Imam. (2009). *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek*. Surakarta: UMS.

Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R&D*. Bandung: Alfabeta.

Widodo, Teguh W., A. Asari, Ana N. dan Elita, R. (2007). *"Bio Energi Berbasis Jagung dan Pemanfaatan Limbahnya"* diperoleh pada tanggal 15 Februari 2012 dari http://mekanisasi.litbang.deptan.go.id/eng/index.php?option=com_docma&task=doc_download&gid=11&Itemid=63